

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局(43) 国際公開日
2005 年 6 月 30 日 (30.06.2005)

PCT

(10) 国際公開番号
WO 2005/058754 A1

- (51) 国際特許分類: C01B 25/32,
C04B 35/447, A61L 27/00
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2004/018851
- (22) 国際出願日: 2004 年 12 月 10 日 (10.12.2004)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:
特願 2003-421387
2003 年 12 月 18 日 (18.12.2003) JP
特願 2004-208462 2004 年 7 月 15 日 (15.07.2004) JP
- (71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): イムノサイエンス株式会社 (IMUNO-SCIENCE CO., INC.) [JP/JP]; 〒0600005 北海道札幌市中央区北 5 条西 2 1 丁目 1-3 Hokkaido (JP).
- (72) 発明者; および
- (75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 藤田 龍之 (FUJITA, Tatsushi) [JP/JP]; 〒9638852 福島県郡山市

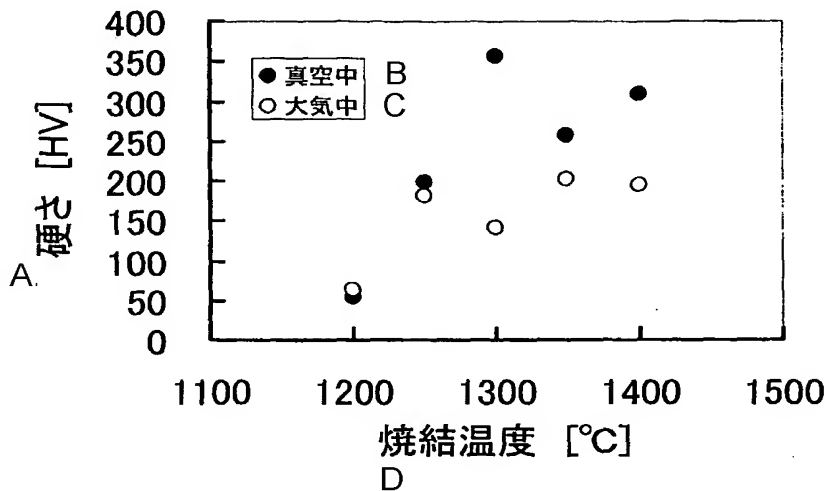
市台新 1 丁目 10-11 Fukushima (JP). 田村 賢一 (TAMURA, Kenichi) [JP/JP]; 〒9638041 福島県郡山市富田町字十文字 17-3 Fukushima (JP). 森崎 百合子 (MORISAKI, Yuriko) [JP/JP]; 〒0600062 北海道札幌市中央区南 2 1 条西 8 丁目 1-5-304 Hokkaido (JP).

- (74) 代理人: 大野 聖二, 外(OHNO, Seiji et al.); 〒1006036 東京都千代田区霞が関 3 丁目 2 番 5 号 霞が関ビル 3 6 階 大野総合法律事務所 Tokyo (JP).
- (81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NA, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, YU, ZA, ZM, ZW.
- (84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA,

[続葉有]

(54) Title: SINTERED BODY OF TITANIUM COMPOUND

(54) 発明の名称: チタン化合物の焼結体



A.. HARDNESS [HV]
B.. IN VACUUM
C.. IN ATMOSPHERE
D.. SINTERING TEMPERATURE [°C]

(57) Abstract: Disclosed is a sintered body of a titanium compound obtained by sintering the titanium compound. Also disclosed is a method for producing such a sintered body of a titanium compound. A titanium compound represented by the formula (1) or (2) below is sintered. $[Ca_{10}(PO_4)_6]TiO_3 \cdot nH_2O$ (1) $[Ca_{10}(PO_4)_6]TiO_2(OH)_2$ (2) (In the formulae, n is an integer of 0-3.) The thus-obtained sintered body is substantially composed of perovskite and whitlockite.

(57) 要約: (課題) チタン化合物を焼結して得られるチタン化合物の焼結体およびその製造方法を提供する。(解決手段) 下記式(1)または(2)で示されるチタン化合物を焼結する。 $[Ca_{10}(PO_4)_6]TiO_3 \cdot nH_2O$ (1) $[Ca_{10}(PO_4)_6]TiO_2(OH)_2$ (2) (式中、nは0～3の整数を表す。) 得られた焼結体は、実質的にペロブスカイト

およびフィトロスカイトから成るものである。

WO 2005/058754 A1



SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, MC, NL, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:

— 国際調査報告書

2文字コード及び他の略語については、定期発行される各*PCT*ガゼットの巻頭に掲載されている「コードと略語のガイダンスノート」を参照。

明細書

チタン化合物の焼結体

技術分野

- 5 本発明は、新規のチタン化合物に関する。また、本発明は、チタン化合物を焼結させたチタン化合物の焼結体およびその製造方法に関する。さらに、本発明は、これらのチタン化合物の焼結体から構成される人工骨材料、人工関節材料、人工歯材料、人工歯根（インプラント）材料に関する。また、本発明は、これらのチタン化合物の焼結体を含む人工骨、人工関節、人工歯、人工歯根に関する。

10

背景技術

- アパタイトは、生体適合性に優れ、骨組織と直接結合することができることから、人工骨や人工歯根の材料として広く用いられている。中でも、カルシウムヒドロキシアパタイトは、骨や歯などの生体硬組織の主成分であることから、最もよく利用される素材の1つである。また、 β -リン酸三カルシウム（以下「 β -TCP」という。）は、骨に吸収されやすく、生体内に埋め込まれた後に容易に新生骨と置換することが知られている。

- 15 一方、チタンは、強度に優れ、生体に対する反応性が低いことから、人工関節や人工歯根の材料として広く用いられている（特開昭63-143057号公報）。

- 20 そして、人工関節や人工歯根等の材料は、一旦体内に埋め込まれた後は、骨組織と強く結合し、この骨組織と一体となることが望ましい。

しかし、チタンは、上述のように生体に対する反応性が低い反面、生体組織との親和性が低く、骨組織と一体化させることが困難であった。

- 25 このため、チタンと骨組織との適合性を高める目的で、チタンの表面をアパタイトで被覆することが行われてきた（例えば、特開平3-186272号公報）。

しかし、この場合でも、満足する生体適合性が得られないのが現状であった。

一方、アパタイトとチタンとを用いたその他の複合材料としては、共沈法によって製造されるチタン化合物が報告されている（特開2000-327315号

公報、特開 2001-302220 号公報)。このチタン化合物は粉末状のものであり、これを焼結したものは知られていなかった。

また、無機物質の中には、 β -TCP 等のように単独で焼結するのが難しいものがあることが知られている。そして、無機物質を上記のチタン化合物と混合して焼結することは、知られていない。

発明の開示

本発明の課題は、チタン化合物を焼結して得られるチタン化合物の焼結体およびその製造方法を提供することにある。さらに、本発明の課題は、チタン化合物と無機物質の混合物を焼結して得られる焼結体およびその製造方法を提供することにある。

本発明者らは、チタン化合物を特定の条件下で焼結することによりチタン化合物の焼結体を得ることができ、かかる焼結体が人工骨等の材料として好適であることを見出し、本発明を完成するに至った。また、本発明者らは、チタン化合物および無機物質を含む混合物を特定の条件下で焼結することにより焼結体を得ることができ、かかる焼結体が人工骨等の材料として好適であることを見出し、本発明を完成するに至った。

即ち、本発明は、下記式 (1) または (2) で示されるチタン化合物である。



(式中、n は 0 ~ 3 の整数を表す。)

また、本発明は、チタン化合物を焼結して得られる焼結体である。

また、本発明は、チタン化合物が、式 (1) または (2) で示される、上記の焼結体である。

また、本発明は、チタン化合物が、カルシウムイオン、チタンイオンおよびリン酸イオンを含む溶液にアルカリを添加して共沈させることにより製造されるものである、上記の焼結体である。

また、本発明は、ペロブスカイトおよびフィットロッカイトを含むことを特徴とする、焼結体である。

また、本発明は、実質的にペロブスカイトおよびフィットロッカイトから成ることを特徴とする、焼結体である。

- 5 また、本発明は、ペロブスカイトおよびフィットロッカイトが、チタン化合物を焼結することにより得られることを特徴とする、上記の焼結体である。

また、本発明は、チタン化合物が、式（１）または（２）で示される、上記の焼結体である。

- 10 また、本発明は、チタン化合物が、カルシウムイオン、チタンイオンおよびリン酸イオンを含む溶液にアルカリを添加して共沈させることにより製造されるものである、上記の焼結体である。

また、本発明は、チタン化合物を焼結することを特徴とする、焼結体の製造方法である。

- 15 また、本発明は、チタン化合物が、式（１）または（２）で示される、上記の製造方法である。

また、本発明は、チタン化合物が、カルシウムイオン、チタンイオンおよびリン酸イオンを含む溶液にアルカリを添加して共沈させることにより製造されるものである、上記の製造方法である。

- 20 また、本発明は、 800°C を超える温度で焼結することを特徴とする、上記の製造方法である。

また、本発明は、不活性ガス雰囲気下および／または減圧下で焼結することを特徴とする、上記の製造方法である。

また、本発明は、不活性ガスがキセノンおよび／またはアルゴンであることを特徴とする、上記の製造方法である。

- 25 また、本発明は、 10^{-4}Pa 以下の圧力下で焼結することを特徴とする、上記の製造方法である。

また、本発明は、チタン化合物および無機物質を含む混合物を焼結して得られる、焼結体である。

また、本発明は、チタン化合物が、式（１）または（２）で示される、上記の

焼結体である。

また、本発明は、チタン化合物が、カルシウムイオン、チタンイオンおよびリン酸イオンを含む溶液にアルカリを添加して共沈させることにより製造されるものである、上記の焼結体である。

- 5 また、本発明は、無機物質が、カルシウムヒドロキシアパタイト、カルシウムフルオロアパタイト、 β -リン酸三カルシウム、 α -リン酸三カルシウム、リン酸四カルシウム、金属チタン、酸化チタンおよび白金からなる群より選ばれる少なくとも1種である、上記の焼結体である。

- 10 また、本発明は、チタン化合物および無機物質を含む混合物を焼結することを特徴とする、焼結体の製造方法である。

また、本発明は、チタン化合物が、式(1)または(2)で示される、上記の製造方法である。

- 15 また、本発明は、チタン化合物が、カルシウムイオン、チタンイオンおよびリン酸イオンを含む溶液にアルカリを添加して共沈させることにより製造されるものである、上記の製造方法である。

また、本発明は、無機物質が、カルシウムヒドロキシアパタイト、カルシウムフルオロアパタイト、 β -リン酸三カルシウム、 α -リン酸三カルシウム、リン酸四カルシウム、金属チタン、酸化チタンおよび白金からなる群より選ばれる少なくとも1種である、上記の製造方法である。

- 20 また、本発明は、800℃を超える温度で焼結することを特徴とする、上記の製造方法である。

また、本発明は、不活性ガス雰囲気下および／または減圧下で焼結することを特徴とする、上記の製造方法である。

- 25 また、本発明は、不活性ガスがキセノンおよび／またはアルゴンであることを特徴とする、上記の製造方法である。

また、本発明は、 10^{-4} Pa以下の圧力下で焼結することを特徴とする、上記の製造方法である。

また、本発明は、上記の焼結体から構成されることを特徴とする人工骨材料、人工関節材料、人工歯材料、または人工歯根材料である。

また、本発明は、上記の焼結体を含むことを特徴とする人工骨、人工関節、人工歯、または人工歯根である。

図面の簡単な説明

- 5 図1の上覧は本発明のチタン化合物の焼結体のX線回折結果を示す図であり、中欄はフィットロカイトのX線回折パターンを、下欄はペロプスカイトのX線回折パターンを示す図である。
- 図2は、チタン化合物の焼結体の焼結温度とマイクロビッカース硬さとの関係を示す図である。
- 10 図3は、チタン化合物と β -TCPとの混合物の焼結体のマイクロビッカース硬さを示す図である。

発明を実施するための最良の形態

- 本発明のチタン化合物は、以下の式(1)または(2)で示されるものであり、
- 15 チタン酸アパタイトの構造を有するものである。



(式中、nは0～3の整数を表す。)

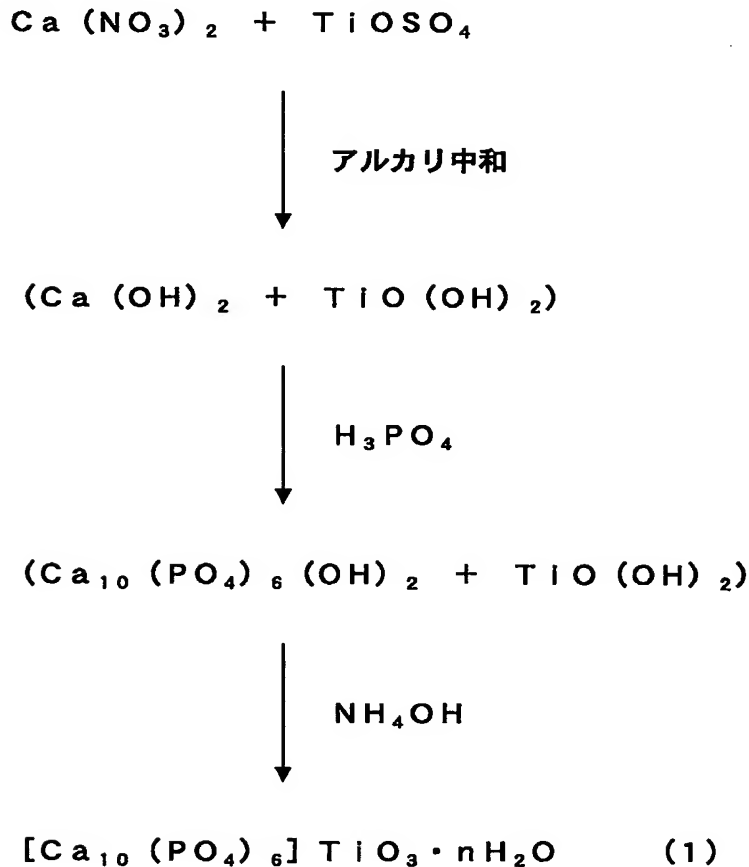
式(1)において、nは、0～3であり、好ましくは1または2である。

- 本発明のチタン化合物は、例えば、カルシウムイオン、チタンイオンおよびリン酸イオンを含む溶液にアルカリを添加して、共沈させる共沈法により製造することができる。より具体的には、例えば、硝酸カルシウムと硫酸チタンおよび少量のアルカリ成分を溶解した水溶液に、リン酸を添加し、その後アンモニア水を添加してpHを9付近に調整し、得られた懸濁液を80～100℃で4～8時間攪拌することにより、チタン化合物の分散液を得ることができる。この液をろ過して、ろ過物を洗浄、乾燥することにより本発明のチタン化合物の粉末を製造することができる。なお、硝酸カルシウムと硫酸チタンを溶解させる際に、アルカリ
- 20
- 25

成分を少量添加することにより、硫酸カルシウムの生成を抑えることが可能となる。

この場合の、反応式としては、以下のものが考えられる。

【反応式 1】



または



5

次に、本発明のチタン化合物の焼結体の製造方法について説明する。

本発明のチタン化合物の焼結体は、チタン化合物の粉末を800℃を超える温度で焼結することにより製造することができる。800℃以下では、チタン化合物を焼結させることができないか、または焼結させたものが易に崩壊してしまう
10 場合がある。

焼結の温度の上限は、チタン化合物を焼結させることができるものであれば特

に制限はないが、 1500°C 以下で焼結することが好ましい。

また、本発明のチタン化合物の焼結体は、チタン化合物を不活性ガス雰囲気下および／または減圧下で焼結することが好ましい。ここで用いられる不活性ガスとしては、キセノンおよび／またはアルゴンであることが好ましい。また、焼結

5 させるときの圧力としては、大気圧 (10^5 Pa) 以下であることが好ましく、より好ましくは 10 Pa 以下、さらに好ましくは 10^{-2} Pa 以下、最も好ましくは 10^{-4} Pa 以下である。この場合、不活性ガス雰囲気下とすることのみ、または、減圧下とすることのみでもよいが、不活性ガス雰囲気下としたうえで減圧下とすることがより好ましい。

- 10 焼結させる時間としては、チタン化合物の焼結体を得られるものであれば特に制限はないが、例えば、15分間以上、好ましくは12時間以上、より好ましくは24時間以上、さらに好ましくは48時間以上を挙げることができ、焼結時間が長い方が、より硬度の高い焼結体を得られる傾向にある。また、焼結させる時間の上限は特に制限はなく、焼結体の硬度等により適宜決定することができるが、
- 15 例えば、72時間以下、好ましくは36時間以下を挙げることができる。

例えば、大気圧下で30分間焼結する場合には、 $1250^{\circ}\text{C} \sim 1450^{\circ}\text{C}$ で焼結することが好ましく、 10^{-4} Pa で30分間焼結する場合には、 $850 \sim 1350^{\circ}\text{C}$ であることが好ましい。

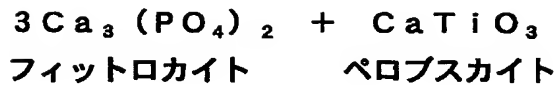
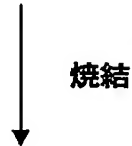
- 本発明のチタン化合物の焼結体は、ペロブスカイト (Perovskite (CaTiO_3)) およびフィトロッカイト (Whitlockite ($\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$)) を含むものである。この場合、チタン化合物の焼結体には、 α -リン酸三カルシウム (以下、「 α -TCP」という。)、アナターゼ型の二酸化チタン、またはヒドロキシアパタイト等が実質的に含まれてないものが、硬度の観点から好ましい。
- 20

- 25 この場合の反応式としては、以下のものが考えられる。

【反応式2】



または



次に、チタン化合物および無機物質を含む混合物を焼結して得られる焼結体について説明する。

- 5 本発明で用いる無機物質としては、チタン化合物と混合して焼結体を得られるものであれば特に制限はないが、例えば、カルシウムヒドロキシアパタイト、カルシウムフルオロアパタイト、 β -TCP、 α -TCP、リン酸四カルシウム、金属チタン、酸化チタン、白金等を挙げることができ、これらの中では生体組織中で骨組織と容易に置換できる点で β -TCPが好ましい。また、これらの無機
- 10 物質は、単独または2種以上を混合して用いてもよい。

本発明のチタン化合物と無機物質との混合物の焼結体は、チタン化合物および無機物質を含む混合物を、800℃を超える温度で焼結することにより製造することができる。

- チタン化合物と無機物質との混合比としては、混合物の焼結体を得られるもの
- 15 であれば特に制限はないが、チタン化合物：無機物質の重量比として99：1～1：99、好ましくは95：5～30：70、より好ましくは90：10～50：50のものを挙げることができる。

焼結する際に用いる不活性ガス、圧力、温度範囲、時間等は、用いる無機物質の性質や、その混合比により適宜決定されるが、おおむね上述のチタン化合物の

焼結体を製造するときの条件と同様のものとすることができる。

実施例 1

＜チタン化合物の製造＞

- 5 0.1モルの硝酸カルシウム ($\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$) および0.1モルの硫酸チタン (TiSO_4) を、約500mlの水に溶解した後、アルカリで中和した。次に、0.06モルのリン酸 (H_3PO_4) を加えた後、アンモニア水を添加して $\text{pH}=9.0$ とし、 100°C で6時間攪拌した。得られた沈殿をろ過し、乾燥
- 10 することにより、式(1)または(2)で示されるチタン化合物の粉末約10gを得た。

実施例 2

＜チタン化合物の焼結＞

- 実施例1で得たチタン化合物の粉末約3gを、精製水で練って型に入れ、成形
- 15 後に風乾した。風乾したものを乾燥器中で、 100°C で24時間乾燥させた。乾燥した試料を真空熱処理機に入れ、大気圧下または真空中 (10^{-4}Pa) で、種々の温度において、30分間保持することにより焼結させた。加熱を停止した後、室温まで放置した。なお、真空中で焼結させたものについては、室温まで放置した後、アルゴンガスを封入した後に取り出した。得られたチタン化合物の焼
- 20 結体について、X線回折による結晶解析を行った。図1に、真空中、 1300°C で焼結した場合のX線回折結果を示す。また、図1にペロブスカイトおよびフィットロカイトのX線回折パターンを併せて示す。また、表1に結果をまとめて示す。

- 表1より、大気圧下においては、 1300°C および 1400°C で焼結した場合
- 25 に、実質的にペロブスカイトおよびフィットロカイトから成る焼結体を得られ、真空下においては、 900°C から 1300°C において、実質的にペロブスカイトおよびフィットロカイトから成る焼結体を得られたことがわかる。

また、これらのチタン化合物の焼結体が、実質的にペロブスカイトおよびフィットロカイトから成ることより、上述した反応式により、式(1)または(2)

で示されるチタン化合物がペロブスカイトおよびフィットロカイトに変化したものであることが裏付けられた。

【表 1】

焼結温度(°C)	大気圧下	真空中
焼結前	ヒドロキシアパタイト (わずかにTi化合物を確認)	
600	—	ヒドロキシアパタイト
800	フィットロッカイト アナターゼTiO ₂ ヒドロキシアパタイト	フィットロッカイト ペロブスカイト ヒドロキシアパタイト
900	—	フィットロッカイト ペロブスカイト
950	—	フィットロッカイト ペロブスカイト
1000	フィットロッカイト アナターゼTiO ₂ ヒドロキシアパタイト	フィットロッカイト ペロブスカイト
1100	フィットロッカイト ペロブスカイト ヒドロキシアパタイト	フィットロッカイト ペロブスカイト
1200	フィットロッカイト ペロブスカイト ヒドロキシアパタイト	フィットロッカイト ペロブスカイト
1300	フィットロッカイト ペロブスカイト	フィットロッカイト ペロブスカイト
1400	フィットロッカイト ペロブスカイト	フィットロッカイト ペロブスカイト α -TCP
1500	フィットロッカイト ペロブスカイト α -TCP	フィットロッカイト ペロブスカイト α -TCP

5 実施例 3

共沈法により製造したチタン化合物の粉末約 3 g を、精製水で練って型に入れ、成形後に風乾した。風乾したものを乾燥器中で、100℃で24時間乾燥させた。乾燥した試料を真空熱処理機に入れ、大気圧下または真空中（ 10^{-4} Pa）で、種々の温度において、15分間保持することにより焼結させた。加熱を停止した後、室温まで放置した。なお、真空中で焼結させたものについては、室温まで放置した後、アルゴンガスを封入した後に取り出した。得られたチタン化合物の焼

結体について、マイクロビッカース硬さを測定した。結果を、図2に示す。

図2より、硬度の高い、チタン化合物の焼結体を得られることがわかる。また、大気圧下にくらべ、真空中で焼結させた場合の方が、より硬い焼結体を得ることができることがわかる。

5

実施例4

共沈法により製造したチタン化合物の粉末および無機物質として β -TCPの粉末を混合した混合物約3gを、実施例3と同様に精製水で練り合わせて成形し、乾燥させた。乾燥させた試料を、 10^{-4} Paの圧力下、1350℃で15分間
10 保持して焼結させた。なお、混合物全量に対する β -TCPの含有量は、25重量%とした。加熱を停止して室温まで放置した後、アルゴンガスを封入して取り出した。得られたチタン化合物と β -TCPとの混合物の焼結体について、3箇所においてマイクロビッカース硬さを測定した。結果を、図3に示す。

図3より、単独では焼結させることが難しい β -TCPをチタン化合物と混合
15 することにより焼結させることができることがわかる。また、得られたチタン化合物と β -TCPとの混合物の焼結体は、チタン化合物単独の場合と同等以上の硬さを有することがわかる。

産業上の利用性

20 本発明のチタン化合物の焼結体は、硬度が高く、人工骨材料、人工関節材料、人工歯材料、または人工歯根（インプラント）材料として用いることができる。また、本発明のチタン化合物の焼結体は、これを加工して人工骨、人工関節、人工歯、または人工歯根とすることができる。さらに、本発明のチタン化合物の焼結体を、所望の人工骨、人工関節、人工歯、または人工歯根の形状に焼結させて、
25 人工骨、人工関節、人工歯、または人工歯根を得ることもできる。

請求の範囲

1. 下記式（１）または（２）で示されるチタン化合物。



- 5 （式中、nは0～3の整数を表す。）

2. チタン化合物を焼結して得られる焼結体。

3. チタン化合物が、下記式（１）または（２）で示される、第２項に記載の焼結体。



- 10 （式中、nは0～3の整数を表す。）

4. チタン化合物が、カルシウムイオン、チタンイオンおよびリン酸イオンを含む溶液にアルカリを添加して共沈させることにより製造されるものである、第２項または第３項に記載の焼結体。

5. ペロブスカイトおよびフィトロッカイトを含むことを特徴とする、焼結体。

- 15 6. 実質的にペロブスカイトおよびフィトロッカイトから成ることを特徴とする、焼結体。

7. ペロブスカイトおよびフィトロッカイトが、チタン化合物を焼結することにより得られることを特徴とする、第５項または第６項に記載の焼結体。

- 20 8. チタン化合物が、下記式（１）または（２）で示される、第７項に記載の焼結体。



(式中、nは0～3の整数を表す。)

9. チタン化合物が、カルシウムイオン、チタンイオンおよびリン酸イオンを含む溶液にアルカリを添加して共沈させることにより製造されるものである、第

5 7項または第8項に記載の焼結体。

10. チタン化合物を焼結することを特徴とする、焼結体の製造方法。

11. チタン化合物が、下記式(1)または(2)で示される、第10項に記載の製造方法。



10 (式中、nは0～3の整数を表す。)

12. チタン化合物が、カルシウムイオン、チタンイオンおよびリン酸イオンを含む溶液にアルカリを添加して共沈させることにより製造されるものである、第10項または第11項に記載の製造方法。

15 13. 800℃を超える温度で焼結することを特徴とする、第10項～第12項のいずれかに記載の製造方法。

14. 不活性ガス雰囲気下および／または減圧下で焼結することを特徴とする、第10項～第13項のいずれかに記載の製造方法。

15. 不活性ガスがキセノンおよび／またはアルゴンであることを特徴とする、第14項に記載の製造方法。

20 16. 10^{-4} Pa以下の圧力で焼結することを特徴とする、第14項または第15項に記載の製造方法。

17. チタン化合物および無機物質を含む混合物を焼結して得られる、焼結体。

18. チタン化合物が、下記式(1)または(2)で示される、第17項に記

載の焼結体。



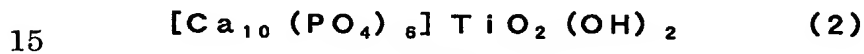
(式中、nは0～3の整数を表す。)

19. チタン化合物が、カルシウムイオン、チタンイオンおよびリン酸イオンを含む溶液にアルカリを添加して共沈させることにより製造されるものである、第17項または第18項に記載の焼結体。

20. 無機物質が、カルシウムヒドロキシアパタイト、カルシウムフルオロアパタイト、β-リン酸三カルシウム、α-リン酸三カルシウム、リン酸四カルシウム、金属チタン、酸化チタンおよび白金からなる群より選ばれる少なくとも1種である、第17項～第19項のいずれかに記載の焼結体。

21. チタン化合物および無機物質を含む混合物を焼結することを特徴とする、焼結体の製造方法。

22. チタン化合物が、下記式(1)または(2)で示される、第21項に記載の製造方法。



(式中、nは0～3の整数を表す。)

23. チタン化合物が、カルシウムイオン、チタンイオンおよびリン酸イオンを含む溶液にアルカリを添加して共沈させることにより製造されるものである、第21項または第22項に記載の製造方法。

24. 無機物質が、カルシウムヒドロキシアパタイト、カルシウムフルオロアパタイト、β-リン酸三カルシウム、α-リン酸三カルシウム、リン酸四カルシウム、金属チタン、酸化チタンおよび白金からなる群より選ばれる少なくとも1種である、第21項～第23項のいずれかに記載の製造方法。

25. 800℃を超える温度で焼結することを特徴とする、第21項～第24項のいずれかに記載の製造方法。
26. 不活性ガス雰囲気下および／または減圧下で焼結することを特徴とする、第21項～第25項のいずれかに記載の製造方法。
- 5 27. 不活性ガスがキセノンおよび／またはアルゴンであることを特徴とする、第26項に記載の製造方法。
28. 10^{-4} Pa以下の圧力下で焼結することを特徴とする、第26項または第27項に記載の製造方法。
29. 第1項～第9項、第17項～第20項のいずれかに記載の焼結体から構成されることを特徴とする人工骨材料、人工関節材料、人工歯材料、または人工歯根材料。
- 10 30. 第1項～第9項、第17項～第20項のいずれかに記載の焼結体を含むことを特徴とする人工骨、人工関節、人工歯、または人工歯根。

1/2

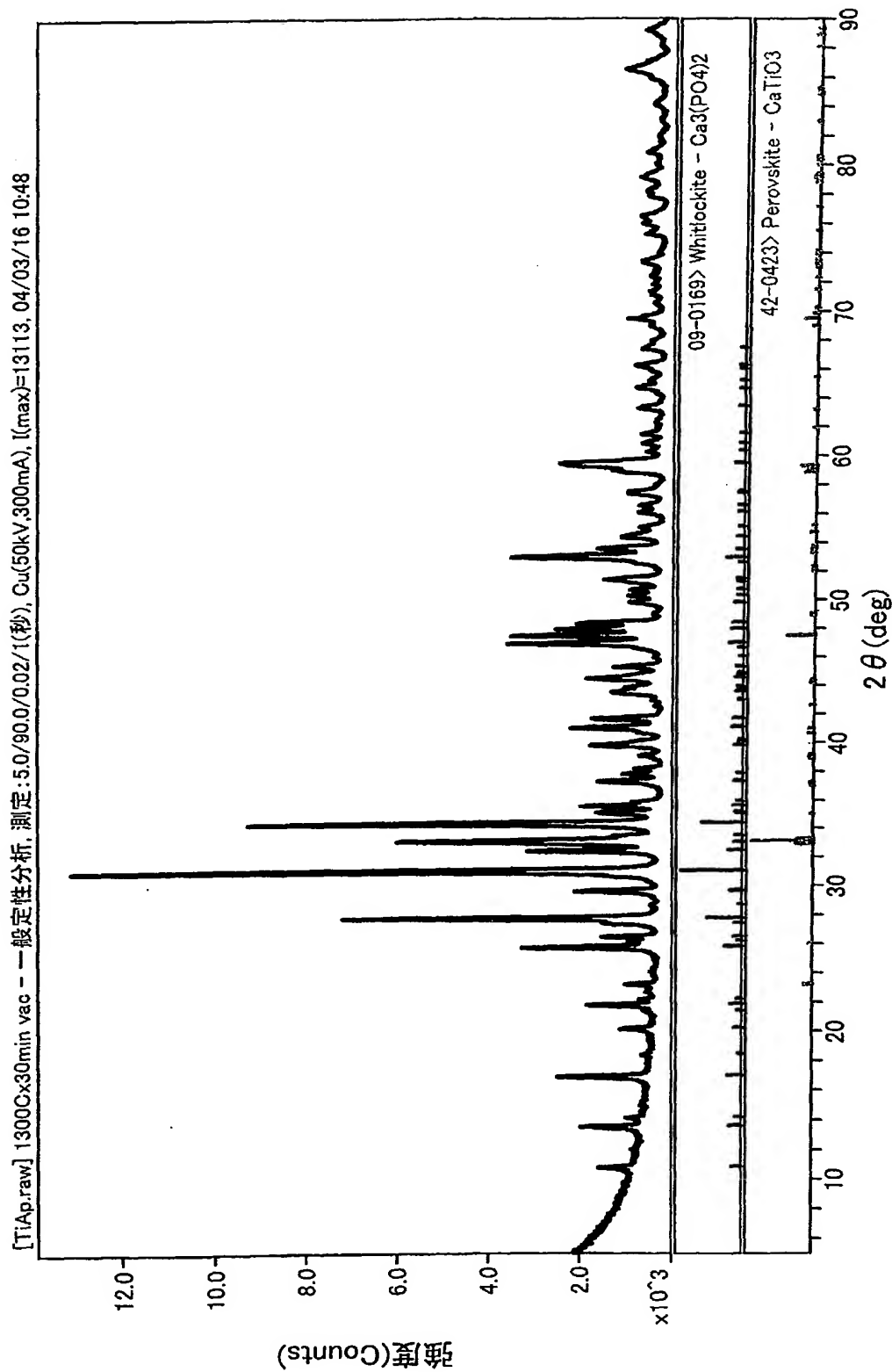


図 1

2/2

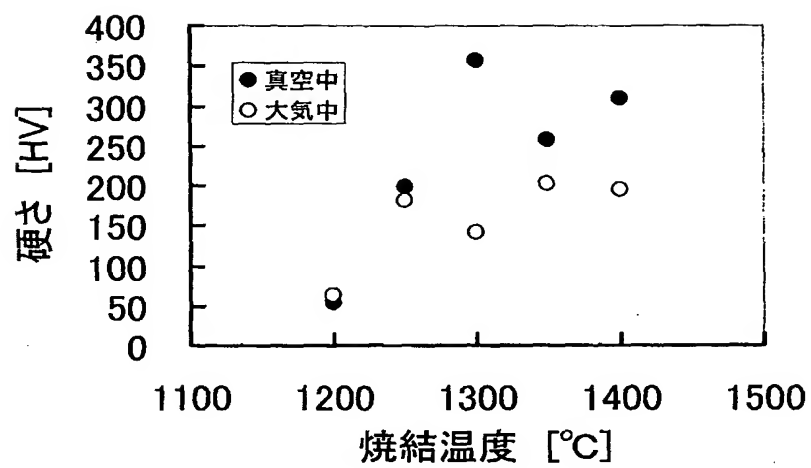


図2

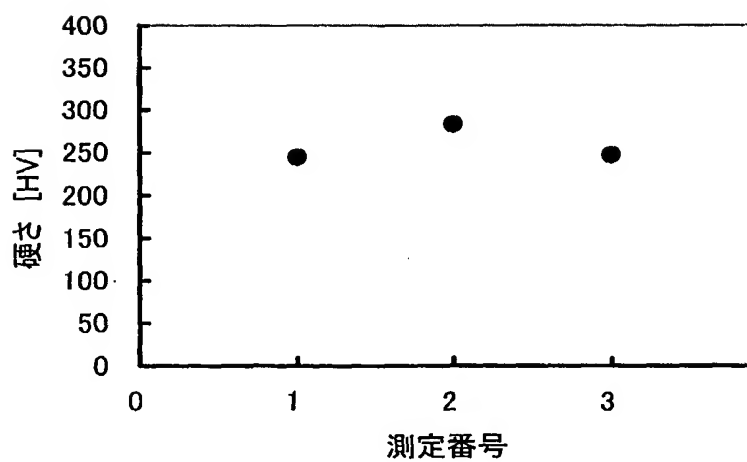


図3

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2004/018851

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int.Cl⁷ C01B25/32, C04B35/447, A61L27/00

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

Int.Cl⁷ C01B25/32, C04B35/447, A61L27/00

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho	1926-1996	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2005
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2005	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2005

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	JP 2000-327315 A (Fujitsu Ltd.), 28 November, 2000 (28.11.00), Claims; Par. Nos. [0016] to [0017], [0029]; examples; Fig. 3 (Family: none)	1
X	JP 11-130412 A (Kabushiki Kaisha Advance), 18 May, 1999 (18.05.99), Claims; Par. Nos. [0013], [0009]; examples (Family: none)	2, 4, 10, 12, 13
X	JP 2003-175338 A (Fujitsu Ltd.), 24 June, 2003 (24.06.03), Claims; page 2, upper right column, line 18 to lower left column, line 7; examples (Family: none)	2

☒ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search
25 March, 2005 (25.03.05)

Date of mailing of the international search report
12 April, 2005 (12.04.05)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2004/018851

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	JP 1-111763 A (Nikki-Universal Co., Ltd.), 28 April, 1989 (28.04.89), Claims; page 4, upper left column, line 20 to upper right column, line 6, lower right column, lines 13 to 17; page 5, upper left column, lines 5 to 17; examples (Family: none)	2, 4-7, 9, 10, 12, 13, 17, 19-21, 23-25, 29, 30
A	JP 64-018973 A (Director General, Agency of Industrial Science and Technology), 23 January, 1989 (23.01.89), Claims; examples & EP 299342 A	1-30

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC)) Int. Cl ⁷ C01B25/32 C04B35/447 A61L27/00		
B. 調査を行った分野 調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC)) Int. Cl ⁷ C01B25/32 C04B35/447 A61L27/00		
最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの 日本国実用新案公報 1926-1996年 日本国公開実用新案公報 1971-2005年 日本国登録実用新案公報 1994-2005年 日本国実用新案登録公報 1996-2005年		
国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)		
C. 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
X	JP 2000-327315 A(富士通株式会社)2000.11.28 特許請求の範囲, 【0016】 - 【0017】 , 【0029】 , 実施例, 図3 (ファミリーなし)	1
X	JP 11-130412 A(株式会社アドバンス)1999.5.18 特許請求の範囲, 【0013】 , 【0009】 , 実施例(ファミリーなし)	2, 4, 10, 12, 13
X	JP 2003-175338 A(富士通株式会社)2003.6.24 特許請求の範囲, 第2 頁右上欄第18行-左下欄第7行, 実施例(ファミリーなし)	2
<input checked="" type="checkbox"/> C欄の続きにも文献が列挙されている。 <input type="checkbox"/> パテントファミリーに関する別紙を参照。		
* 引用文献のカテゴリー 「A」 特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの 「E」 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの 「L」 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す) 「O」 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献 「P」 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願日の後に公表された文献 「T」 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの 「X」 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの 「Y」 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの 「&」 同一パテントファミリー文献		
国際調査を完了した日 25.03.2005		国際調査報告の発送日 12.4.2005
国際調査機関の名称及びあて先 日本国特許庁 (ISA/J P) 郵便番号100-8915 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号		特許庁審査官 (権限のある職員) 大工原 大二 電話番号 03-3581-1101 内線 3416

C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
X	JP 1-111763 A(日揮株式会社)1989. 4. 28 特許請求の範囲, 第4頁左上欄第20行-右上欄第6行, 第4頁右下欄第13-17行, 第5頁左上欄第5-17行, 実施例(ファミリーなし)	2, 4-7, 9, 10, 12, 13, 17, 19-21, 23-25, 29, 30
A	JP 64-018973 A(工業技術院長)1989. 1. 23 特許請求の範囲, 実施例 &EP 299342 A	1-30